

踏切遮断かん折損障害に関する研究開発



杉本 純至*



市倉 庸宏*

現在、踏切遮断機には、トリコ（踏切内に閉じ込められること）になった車両の進出を助けるため、または自ら折れ曲がることによって遮断かんの折損を防ぐための、遮断かん折損防止器が設備されている。しかし、現在の折損防止器は昇降角度が40度以上では鎖錠機構によって働かない構造になっている。そこで、年間3000件にもものぼる遮断かん折損障害件数の削減を目的として、40度以上でも折損防止機能が働く折損防止器を開発した。また、折損防止器の開発と合わせて、遮断かん折損障害を自動的に検知し、故障情報を出力することのできる装置についても開発を行った。

●キーワード：踏切遮断かん折損障害、遮断かん折損防止器、超音波センサ

1. はじめに

JR東日本管内における踏切遮断かん折損障害件数は、年間3000件にもものぼり、メンテナンスコストの増加の原因となっている。そこで踏切遮断かん折損障害の発生件数削減を目的として、新しい踏切遮断かん折損防止器を開発した。また、遮断かん折損障害が発生した場合に、指令等に故障情報を自動出力する機能を持つ、遮断かん折損検知装置についても開発を行った。以下、その概要について述べる。

- ・ 屈折動作可能領域の拡大（鎖錠角度の拡大）
- ・ 軽量化の実現（アルミ材の使用）
- ・ 遮断かん着脱作業の簡素化（遮断かんホルダ）



【 屈折機能 】
斜め上に折れ曲がり、
遮断かんへの衝撃を和らげる

図1 遮断かん折損防止器の動作概要



図2 遮断かん折損防止器（現行）



図3 新しい遮断かん折損防止器

2. 新しい踏切遮断かん折損防止器の開発

遮断かん折損障害の防止と、トリコになった車両の進出を助けるため、踏切遮断機には、自ら折れ曲がること（屈折機能）によって遮断かん折損を防ぐ、遮断かん折損防止器が設備されている（図1）。しかし、現行の折損防止器（図2）は強風時に遮断かんが風にあおられないよう、昇降角度が40度以上では鎖錠機構によって屈折機能が働かない構造になっている。そこで、年間3000件にもものぼる遮断かん折損障害件数の削減を目的として、40度以上でも折損防止機能が働く折損防止器を開発した。

2.1 特徴

開発した新しい踏切遮断かん折損防止器を図3に、またその特徴を以下に示す。

2.2 屈折動作可能領域の拡大（鎖錠角度拡大）

現行装置では水平位置から約40度の位置で、ロック機構による上昇時の施錠、下降時の解錠が行われるが、新しい折損防止器ではそれを約60度の位置で行うものとした。現行装置に比べ、より上方位置まで屈折動作をすることで、背の高い車両、或いは遮断機寄りに通過する車両に対する効果が期待できる（図4、図5）。

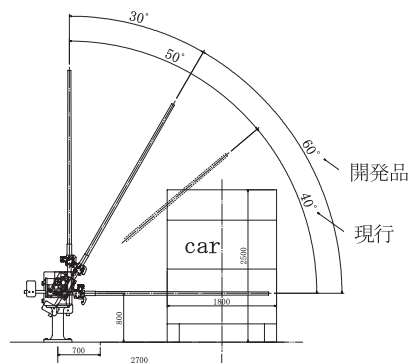


図4 屈折動作可能領域（鎖錠角度）

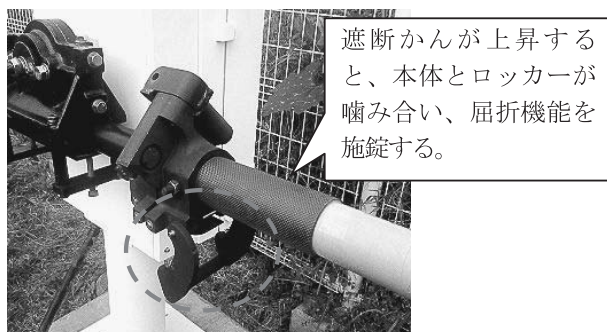


図5 折損防止器のロッカー

2.3 軽量化の実現

踏切遮断機の消費電流の低減を果たす上で、折損防止器の軽量化が望まれている。また、設置工事における運搬作業等を容易にする点においても軽量化は有効である。完成した折損防止器の重量は9.2Kgとなり、現行の15Kgと比較して、約40%の減量となった。

軽量化のための素材について、現行折損防止器は鉄製であるが、開発品については、本体を構成する主要部品をアルミニウム、遮断かん取付部をカーボンファイバーとし、ばね及び丸軸類のみを鉄とすることで全体の軽量化を図った（図6）。



図6 アルミニウム素材

2.4 遮断かん着脱作業の簡素化

遮断かん交換時の着脱方法について、取付けの際は、円筒状のホルダに対し遮断かんを押し込むことにより行ない、外す際は遮断かんをねじりながら引き抜くことにより行う。これは一般的な遮断かんの連結方法と同様である（図7）。

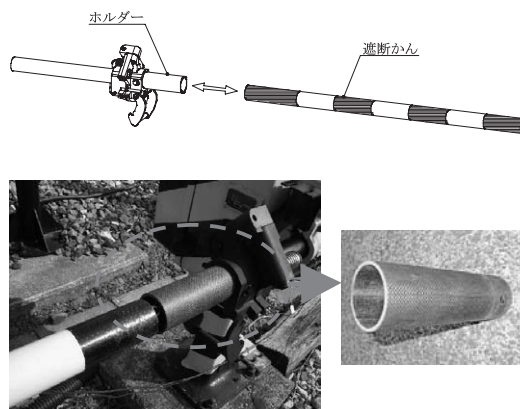


図7 遮断かんホルダ

さらに、遮断かんをホルダから外す際に、挿し込みが固いため引き抜く事が容易でない場合は、ホルダを固定しているホルダボルトを外し、ホルダを付けたまま遮断かんを抜いた後、ホルダ側より遮断かんの端部を内側から突くことによって外すことができる（図8）。

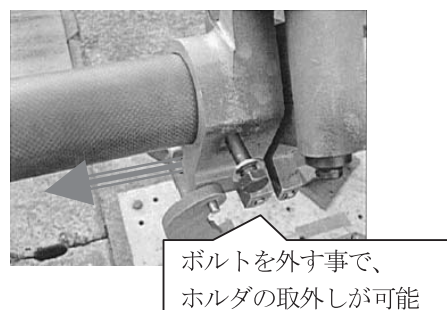


図8 遮断かんホルダの取外し

2.5 屈折動作ロック機構

使用場所の条件等に合わせ、屈折方向を片側のみロックすること、或いは両側を完全にロックすることができる。これにより、強風下での屈折動作防止等に有効である。図9に示すように、左右方向それぞれに、ボルトを差込むことで片側、あるいは両側の屈折動作をロックする。

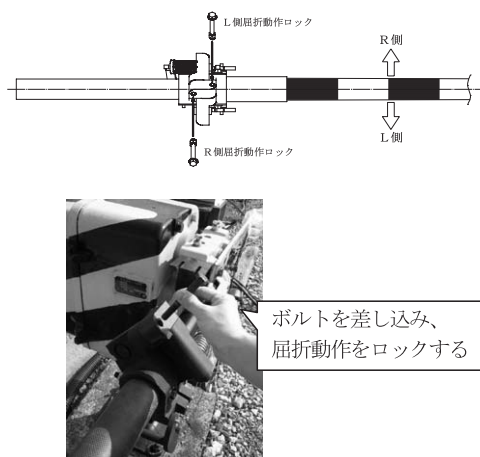


図9 屈折動作ロック機構

2.6 強度確認試験

新しい折損防止器の強度を確認するため、工場内にて車両衝突試験を行った。

- ・遮断かん長：5.94m
- ・遮断機：C形遮断機
- ・使用車両：15tトラック

試験風景を図10に示す。



図10 車両衝突試験

折損防止器の強度試験は、以下の3条件にて行った。

- ①遮断かん水平状態（通常遮断状態）で車両と衝撃
- ②ロック機構による鎖錠状態で車両と衝撃
- ③屈折動作片側ロック状態で車両と衝撃

以上の条件により強度試験を実施したところ、①に関しては、従来形と同等の屈折動作を確認できたほか、折

損防止器本体についても損傷は見られなかった。また、②や③のような、通常起こり得る可能性の低い状態での、過酷な状況下における試験も実施したが、折損防止器本体について目立った損傷は発生しなかった。

3. 踏切遮断かん折損検知装置の開発

遮断かん折損障害が発生した場合、現状では運転士又は通行人からの通報があって初めて、関係社員が出動している。そこで遮断かんが折損した場合に、自動的にそれを検知する方法を検討し、ダウンタイムの短縮を図ることを目的とした。

3.1 特徴

遮断かん折損検知装置の特徴を以下に示す。

- ・遮断かん内部にセンサを設置
- ・センサは汎用の超音波センサを使用
- ・センサ電源は直流24V
- ・センサは遮断かん折損時に故障情報を出力

3.2 遮断かん折損検知装置の概要

超音波センサによる遮断かん折損検知装置は、超音波センサを遮断かん内部（底部）に設置し、送信部から発信した超音波が、遮断かん先端部で反射し、反射波を受信部で検知する。遮断かんが折損していない場合は、受信部は反射波を検知している。しかし遮断かんが折損すると、先端部からの反射波が受信部に帰ってこなくなるので、その際遮断かん折損と判断し、故障情報を出力する。遮断かん折損検知装置の概要を図11、装置本体の写真を図12、遮断かんへの取付方法を図13に示す。

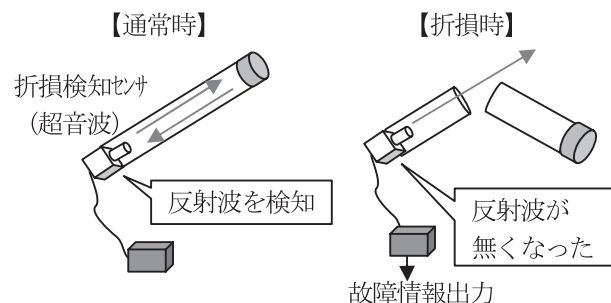


図11 遮断かん折損検知装置概要



図12 超音波センサによる遮断かん折損検知装置



図13 遮断かん折損検知装置の取付方法

3.3 動作概要

遮断かん折損検知装置の動作概要を図14に示す。折損検知装置は、1秒間隔で超音波を4msec間発射する。超音波発信直後から計測時間タイマをスタートさせる。このタイマが35msec後にタイムアップするまで、超音波の受信が無い時間帯を測定する。途中超音波が遮断かん内を移動する際に相殺が発生するため、常時反射波を受信する事は無い。よって反射波の無い時間をカウントしても再度反射波があればカウント値をクリアし、最後の連続

した反射波の無い時間を40 μ sec単位でカウントする。なお、計測時間35msecは、遮断かん4本接続の場合に、折損検知装置から発射された超音波が、遮断かん先端部の反射板で反射した後、受信部へ帰ってくるまでの時間に多少の余裕時間を足したものである。

計測時間35msecが経過した後、先述のカウント値が規定値の許容範囲以内にあるかを判定する。30回連続して（30秒間）許容範囲外のカウント値が発生した際に、遮断かん折損と判断し検知リレーを落下させ、折損発生情報を外部に出力する。

ここで、超音波は温度により伝搬速度が変動してしまうため、規定値を一定値に固定すると、正常に検知できない可能性がある。そこで1秒毎に測定したカウント値に関して、30秒毎に平均値を算出する。この平均値が、それまでの規定値と比較して ± 25 カウント以内であれば、新たな規定値として更新を行う。これにより、緩やかに変化する遮断かん内の温度変化に追従して、規定値を更新させることで誤検知を防止する。なお、遮断かん折損と判定中は基準値更新は行わない。

折損と判定した後も同様に1秒間隔で測定を行い、カウント値が規定値の許容範囲内に復帰するのを監視する。カウント値が連続して30回（30秒間）許容範囲内になった場合は、遮断かん折損が修復されたものとみなし、検知リレーを向上させる。

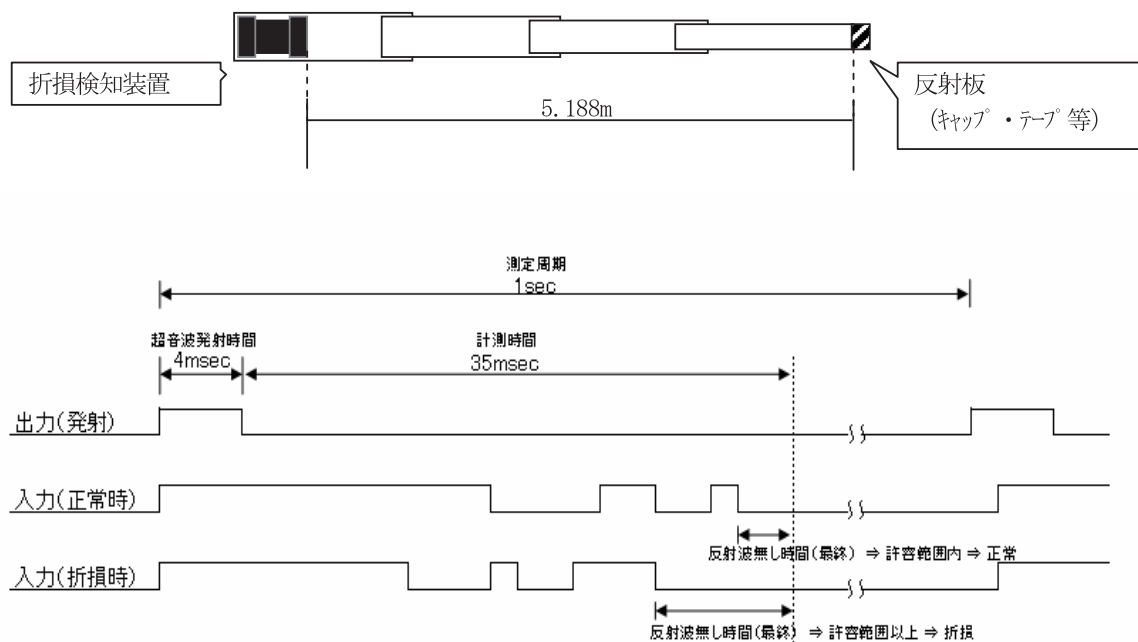


図14 遮断かん折損検知装置の動作概要（遮断かん4本の場合）

3.4 機能確認試験

開発した折損検知装置の機能確認試験を工場内にて行った。遮断かんはC3～C6の4本を接続し（5.59m）、遮断かん先端部にキャップ（反射板）で蓋をした。試験風景を図15に、試験概要を図16に示す。



図15 試験風景

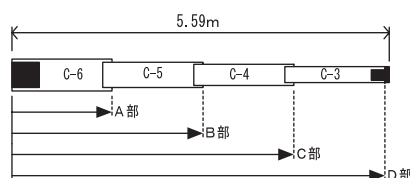


図16 試験概要

試験は、遮断かん接続点のA部～C部と、遮断かんの先端部のキャップ（D部）を取外すことで、装置が遮断かん折損を検知可能か確認した。その結果、A部～D部いずれの位置で遮断かんを取り外した場合においても、遮断かん折損を正常に検知した。超音波センサ受信部の出力波形を図17、図18に示す。

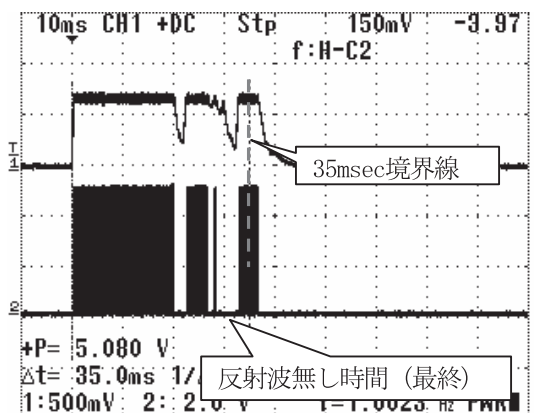


図17 正常時の受信部波形

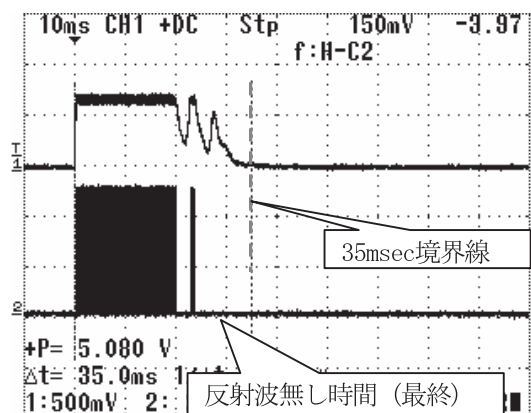


図18 折損時の受信部波形（B部取外）

4. まとめ

今回は、踏切遮断かん折損障害の削減と、折損時のダウンタイムの短縮を目指して、折損防止器の改良並びに折損検知装置の開発を行った。

折損防止器については、鎖錠角度の拡大による遮断かん折損障害件数の削減や、軽量化による踏切遮断機消費電流の低減などが期待できる。遮断かんホルダについては、遮断かんの着脱作業が容易になったものの、現状C6サイズの遮断かんしか取り付けることができないというデメリットがある（図19）。そこで、今後現場の意見等も含めて検討していく予定である。

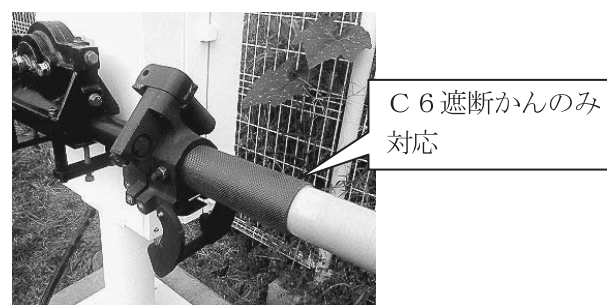


図19 遮断かんホルダ

超音波センサによる折損検知装置は、超音波の指向性により、遮断かん折損を検知可能な長さが、遮断かん4本までと多少限定されてしまったが、天候や時間帯によらず、24時間遮断かん折損を監視できることは非常に有意義である。今後は、検知可能な遮断かん長を最大8mまで伸ばすことを目標するとともに、折損検知装置のケーブルをどのように収納するかについても検討を進めていく。